

¿Quién robó el cerebro de JFK?

Tiempos bélicos y Neurociencia

José Ramón Alonso

C Á L A M O

Colección Arca de Darwin

© José Ramón Alonso Peña, 2015
© de esta edición, EDICIONES CÁLAMO, 2015

ISBN: 978-84-96932-94-4
Dep. Legal: P-299/2015

Diseño de cubierta: GRUPO ANTENA
Corrección de pruebas: BEATRIZ ESCUDERO
Impresión: GRÁFICAS ZAMART (PALENCIA)

Printed in Spain - Impreso en España

Edita: EDICIONES CÁLAMO
Pza. Cardenal Almaraz, 4 - 1ºF
34005 PALENCIA (España)
Tfno. y fax: (+34) 979 70 12 50
contacto@edicionescalamo.es

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

ÍNDICE

11	Presentación
13	Dos guerreros de Maratón
21	El general romano y la mano biónica
29	Auténticos gigantes
39	Santiago y cierra España
47	La última justa caballeresca
55	El buzo del Pisuerga
65	El mareo de lord Nelson
73	Guerra biológica napoleónica
81	La guerra del Opio
89	El abuelo Purkinje y los submarinos
97	Obusitis
105	Cloro en las trincheras
113	Un palomo llamado Cher Ami
121	Sarín y alzhéimer
127	La muerte blanca
135	Los crímenes del capitán Rascher
143	Cuarteto para el final de los tiempos
151	Banda de hermanos
159	El invierno del hambre
169	Zanahorias y pilotos
177	Patton y la cobardía
185	Las pastillas del kamikaze
193	Morir de hambre por la patria
203	Neurosífilis: de Guatemala a Guatepeor

- 211 Mejor no comas murciélagos gigantes
- 219 La hipótesis Mau Mau
- 231 Metralla en la cabeza
- 239 Las pruebas nucleares
- 247 La bomba H y las nuevas neuronas
- 257 La CIA y el LSD
- 267 Lavado de cerebros
- 277 ¿Quién robó el cerebro de JFK?

A mi hermano César.

PRESENTACIÓN

La Ciencia es la principal herramienta de progreso de la Humanidad. Ella nos ha permitido acabar con muchas enfermedades y al menos tener tratamientos eficaces para muchas otras, multiplicar la producción de alimentos, mejorar nuestros sistemas de transporte y comunicación, aumentar nuestra calidad de vida y profundizar hasta límites impensables nuestro conocimiento del universo y de nosotros mismos.

Las guerras son uno de los aspectos más negativos de nuestra especie, el dato más claro de ese lado oscuro de los humanos, capaces de matar a otros que son como nosotros, a nuestros hermanos. Ambas realidades han estado siempre relacionadas: la victoria en la guerra era más fácil si se disponía de una ventaja tecnológica, si un descubrimiento permitía que matar fuese más rápido, más fácil o más seguro. De poner un mango de madera a una piedra a construir una bomba de hidrógeno, los seres humanos han usado la que es su arma principal y su mejor herramienta: el cerebro.

Por otro lado, muchos de los avances científicos han tenido un impulso decisivo cuando los países más desarrollados han participado en conflictos bélicos. La priorización de los resultados novedosos, la concentración de recursos materiales y humanos, la dirección centralizada y enérgica han hecho que

las épocas de guerra hayan sido desgraciadamente buenas para el desarrollo de la ciencia.

Lo mejor y lo peor de nosotros reside en nuestro cerebro: ahí está nuestra capacidad de entrega, de sacrificio, ahí están los circuitos que nos animan a hacer el bien e incluso nos hacen superar nuestras reglas biológicas para ser capaces de la decisión suprema: dar la vida por los demás. También reside ahí, en esa masa globosa de 1.300 gramos que tenemos dentro del cráneo, nuestra agresividad, nuestra capacidad de hacer daño, de matar. Somos de las poquísimas especies capaces de asesinar a un semejante, a un hermano de sangre, incluso cuando no está nuestra propia supervivencia personal en juego.

Este libro quiere combinar los avances en uno de los ámbitos más novedosos y atractivos de la investigación moderna, la Neurociencia, con lo sucedido en batallas y guerras de toda la Historia universal, que aprendamos al mismo tiempo que nos divertimos. Y es que la guerra es, en palabras del maestro Pérez Reverte, «un curso acelerado, intenso y bestial, sobre lo bueno y lo malo de la condición humana».

DOS GUERREROS DE MARATÓN

El guerrero más famoso de la batalla de Maratón es sin duda Filípides, el famoso corredor que inmortalizó la distancia de 42,195 kilómetros que da nombre a la prueba atlética más dura, la gran carrera de resistencia que nunca se celebró en la antigüedad pero que es la competición más épica de las olimpiadas modernas.

La leyenda cuenta que el rey persa Darío I, lleno de ira porque los atenienses no solo habían rechazado someterse a su poder sino que además habían asesinado a sus emisarios, les anunció que tras destruirles en el campo de batalla, saquearía la ciudad e inmolaría salvajemente a sus esposas e hijos. Lanzó una flecha al cielo pidiendo a los dioses que le concedieran la venganza sobre Atenas y encargó a uno de sus criados que cada día, antes de cenar, le dijera tres veces «Señor, recuerda a los atenienses» para mantener vivo su odio. En su camino de venganza, la flota persa atacó y conquistó las islas Cícladas y luego asedió y conquistó Eretria poniendo rumbo a continuación hacia su último objetivo, Atenas, desembarcando su poderoso ejército cerca de la llanura de Maratón.

El ejército ateniense, reforzado por un pequeño contingente de plateos —algo que jamás olvidaron—, partió al encuentro de las tropas del rey aqueménida. Los griegos, afrontando lo que los dioses les depararan, pactaron con sus mujeres que si después de



Guerrero griego.
P. Mahaffy. *Greek Pictures*, drawn with pen and pencil (1890).
Religious tract Society, Londres.

24 horas de la batalla, coincidiendo con la puesta de sol, no habían sabido de su victoria, significaría que los persas habían vencido y serían ellas las que primero matarían a los niños y se suicidarían después. El problema fue —y los griegos crearon la literatura occidental y sabían generar suspense y contar historias— que la batalla de Maratón fue mucho más larga de lo previsto —de hecho las batallas de los hoplitas solían durar minutos mientras que aquella no empezaba nunca— y aunque las falanges atenienses aplastaron a la infantería persa usando una maniobra de tenaza, cuando la batalla terminó y el ejército asiático se retiró derrotado a sus naves, el plazo indicado a las mujeres estaba peligrosamente próximo y Atenas podría perderlo todo después de haber vencido.

La historia conocida por todos es que el general de los atenienses, Milcíades el Joven, uno de los diez estrategos que dirigieron las tropas y al que se le concedió el sobrenombre de Maratónomaco por su éxito en la batalla, pidió a uno de sus soldados, Filípides, que llevaba dos días combatiendo, que corriera a avisar a la ciudad antes de que la alegría de la victoria se tornase en una desdicha inenarrable, lo que aún en esta época de primas de riesgo y *defaults* llamamos una tragedia griega. Filípides, agotado probablemente antes de partir, corrió más allá de sus fuerzas; cuando llegó ante los ancianos y las mujeres, cayó exhausto y

antes de morir solo pudo decir una palabra «νίκη» —Níki— «victoria». De esta historia y esta palabra surgió el nombre de la empresa de zapatillas y artículos deportivos más potente del mundo: Nike, una marca que ella sola se calcula que vale más de 10.000 millones de dólares. ¡Y los herederos de Filípides sin cobrar ningún derecho de autor!

Casi todo lo que sabemos de las guerras Médicas en las que tuvo lugar la batalla de Maratón es gracias a Heródoto. El historiador griego, que describe los acontecimientos en el volumen VI de su *Historia*, buscaba preservar la memoria de aquellos hechos que fueron tan fundamentales en el nacimiento de la identidad griega, y por extensión de una Europa tal como la conocemos, diga lo que diga la señora Merkel y las agencias de calificación. Heródoto narra una historia distinta de Filípides, de la que luego hablaré, y menciona también a otro soldado que combatió en Maratón, que es el que me interesa ahora. Se llamaba Epizelos y su particularidad la cuenta el llamado padre de la historia en el párrafo 117 de su obra:

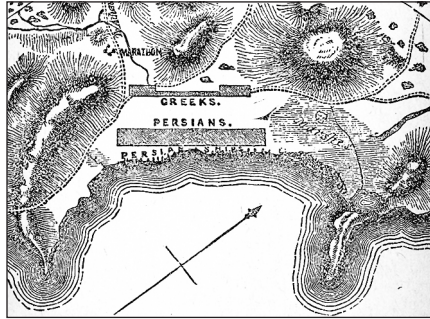
En la batalla de Maratón hubo una matanza de bárbaros de cerca de seis mil cuatrocientos hombres y de los atenienses, ciento noventa y dos. Así fue el número que cayó en ambos bandos; y también pasó allí una cosa asombrosa única en su caso, un ateniense, Epizelos, el hijo de Cuphagoras, mientras luchaba cuerpo a cuerpo y mostraba ser un hombre valiente, perdió la vista de sus ojos, sin recibir golpe en ninguna parte de su cuerpo ni habiendo sido alcanzado por ningún objeto y por el resto de su vida desde ese momento continuó estando ciego; y me informaron que él solía contar sobre lo que le pasó un relato de esta naturaleza, que un hombre alto completamente cubierto de armadura se puso delante de él, que tenía una barba que cubría su escudo, y que esta aparición

pasó a su lado pero mató al camarada que estaba junto a él. Así, según me informaron, era como Epizelos contaba la historia.

El caso de Epizelos ha sido considerado durante décadas el primer ejemplo registrado en la historia de un trastorno de conversión o disociativo. Se trata de una alteración psiquiátrica —así lo califica el DSM-V, la llamada biblia del psiquiatra— cuyos síntomas afectan al comportamiento. Se denomina de conversión porque el paciente convierte el conflicto psicológico, el miedo a la muerte en este caso, en un problema físico. Los más característicos son los que presentan una conversión motora, el paciente queda incapacitado para mover alguna parte del cuerpo, o sensorial, alguno de sus sentidos no funciona de forma normal como en el caso del guerrero ateniense. Algunas características del trastorno de conversión son las siguientes:

- No muestra ninguna causa física conocida, ni se debe al consumo de una sustancia, ni se localiza ningún problema orgánico que pueda ser el origen del trastorno.
- Suele existir un elemento desencadenante, aunque puede haberse dado muchos años antes del inicio de los síntomas.
- Los síntomas no son fingidos o provocados.
- Los síntomas producen graves disfunciones en el trabajo, la vida social o en otros aspectos importantes de la vida cotidiana.
- Los síntomas son complejos, no se limitan a un dolor o una disfunción sexual y suelen requerir tratamiento médico.

Diagrama de la batalla de Maratón. Sir Edward S. Creasy. The Fifteen Decisive Battles of the World (1851). T. Nelson & Sons, Londres.



En aquellos pacientes que son hospitalizados, los síntomas de la conversión suelen desaparecer a las dos semanas. Entre un 20 y un 25% de ellos tendrán una recaída antes de que se cumpla un año, lo que será una señal de que el trastorno se puede convertir en intermitente o crónico, tal como le sucedió a Epizelos.

Este desorden mental fue ampliamente diagnosticado a finales del siglo XIX y se consideraba un problema mayoritario de las mujeres, se supone que por estar más oprimidas y reprimidas que los hombres. De hecho se llamó histeria, un término que también proviene del griego, de *Hystéra*, útero. Jean-Martin Charcot, Pierre Janet y Sigmund Freud estudiaron la histeria y concluyeron que se trataba de un trastorno real y no, como se consideraba hasta entonces, un caso de simulación, fingimiento o querer llamar la atención. El trastorno de conversión tiene el dudoso privilegio entre las enfermedades psiquiátricas de seguir siendo explicado mediante mecanismos freudianos: la carga emocional de las experiencias dolorosas es reprimida conscientemente como forma de controlar el dolor pero esta represión genera la conversión a síntomas neurológicos. Freud añadió también —marca de la casa— que las experiencias reprimidas podían ser de índole sexual.



*Escena de batalla entre hoplitas griegos y guerreros persas.
490 a. C. Museo Arqueológico Nacional. Atenas, Grecia.*

La versión de la hazaña de Filípides que nos da Heródoto es aún más heroica y atléticamente mucho más exigente. Según él, Filípides no hizo el trayecto de Maratón a Atenas sino que fue enviado desde Atenas a Esparta, corriendo 246 km, con el fin de pedir ayuda para repeler la invasión de los persas. El problema es que los espartanos estaban en un período sagrado denominado las Carneas en el que no podían combatir. En principio, los atenienses dejaron pasar los días en Maratón porque cada uno que pasaba suponía estar más cerca de la posible llegada de los refuerzos espartanos, pero en un momento determinado parece que los persas embarcaron a su caballería, probablemente con la idea de dejar allí bloqueado al ejército ateniense y atacar su ciudad desguarnecida. Los generales griegos, que consideraban a la caballería enemiga su principal desventaja, decidieron que era su oportunidad y atacaron súbitamente las líneas aqueménidas, destruyendo sus flancos y cerrándose sobre la zona central donde estaban las mejores tropas. Aunque los hoplitas atenienses persiguieron al ejército persa en su retirada y organizaron una auténtica masacre, mu-

chos enemigos subieron a los barcos. Kynegeiros, hermano de Esquilo, fue uno de los que intentó evitar que los barcos persas se hicieran al mar, agarrando la popa de uno de ellos con la mano. Cuando su mano derecha fue cortada con un hacha, Kynegeiros lo sujetó con su mano izquierda. Cuando esta también fue cortada, según Justino, el bravo ateniense sujetó el barco con los dientes. No parece fácil de creer, pues también dicen que peleó con los dientes, pero nunca la literatura ha permitido que la verdad le estropee una buena historia. En total, los atenienses capturaron siete barcos persas pero los demás zarparon hacia Atenas. Eso forzó una nueva maratón masiva, los soldados griegos, recién terminado el combate, corrieron hacia la polis para defender su ciudad. Cuando los persas desembarcaron y se encontraron la nueva proeza de los atenienses, que estaban allí esperándolos, abandonaron sus intentos de conquista y Grecia pasó a ser la frontera de Europa.

Pero volvamos a Filípides y su carrera de 246 km. Heródoto escribió «En ocasión de la que hablamos cuando Filípides fue enviado por los generales atenienses, y, según su propio relato, vio a Pan en su viaje, llegó a Esparta en el día siguiente después de dejar la ciudad de Atenas». En 1982, oficiales británicos decidieron verificar si esa historia de que Filípides llegó a Esparta al día siguiente corriendo esa enorme distancia era plausible. Tres de ellos lo lograron en treinta y tantas horas. Al año siguiente, un grupo de atletas británicos, griegos y de otros países organizó el espartatlón, un ultramaratón de esa distancia, 246 km. El primer ganador fue el griego Yiannis Kouros que empleó 21 horas y 53 minutos y mantiene todavía el récord de la carrera. La maratón tal como la conocemos la inventó el académico Michel Bréal, amigo de Pierre de Coubertin, para las pruebas de los Juegos Olímpicos de Atenas de 1896, los primeros de la era moderna. Su distancia fue variable en aquellas

primeras olimpiadas hasta que en mayo de 1921 quedó fijada en 42.195 metros por la Federación Internacional de Atletismo (IAFF). La maratón, una prueba que los que la han corrido dicen que el dolor es temporal, el orgullo es para siempre.

PARA LEER MÁS:

- Abdul-Hamid, W. K., Hughes, J. H. (2014). Nothing new under the sun: post-traumatic stress disorders in the ancient world. *Early Sci Med* 19(6): 549-557.
- Crocq, M-A., Crocq, L. (2000). From shell shock and war neurosis to posttraumatic stress disorder: a history of psychotraumatology. *Dialogues Clin Neurosci* 2(1): 47-55.
- Sekunda, N. (2005). *Marathon, 490 BC: the first Persian invasion of Greece*. Praeger, Westport, Conn.

EL GENERAL ROMANO Y LA MANO BIÓNICA

Marcus Sergius fue un general romano que luchó en la segunda guerra Púnica (218 al 201 a. C.) contra los cartagineses. Era famoso entre sus legionarios porque luchaba codo a codo con ellos. Casi dos mil años después alcanzó también cierto prestigio en el ámbito de la ortopedia, pues fue el primer usuario documentado de una prótesis para la mano, un invento que le fue fabricado para que le permitiera sujetar el escudo durante la batalla y seguir combatiendo después de haber sido mutilado.

En el séptimo volumen de su *Historia Natural*, publicado en el año 77 de nuestra Era, Plinio el Viejo hace una descripción de este militar:

Nadie —al menos en mi opinión— puede valorar a ningún hombre por encima de Marcus Sergius, aunque su bisnieto Catilina avergüence su nombre. En su segunda campaña perdió su mano derecha. En dos campañas fue herido 23 veces, con el resultado que no podía usar ni mano ni pie: solo su espíritu permanecía intacto. Aunque incapacitado, Sergius sirvió en muchas campañas después. Fue capturado dos veces por Aníbal —no un enemigo ordinario precisamente— del cual escapó dos veces, aunque le mantuvieron con cadenas y grilletes todos los días durante veinte meses. Luchó cuatro veces con solo su mano izquierda, mientras dos caballos sobre los que montaba fueron apuñalados.

Hizo que le fabricaran una mano derecha de hierro, y yendo a la batalla con esto atado a su brazo, levantó el sitio a Cremona, salvó Placentia y capturó doce campamentos enemigos en la Galia. Todas estas hazañas fueron confirmadas en el discurso que hizo como pretor cuando sus enemigos intentaron negarle el acceso a los sacrificios por ser un inválido. ¡Qué pilas de coronas y triunfos habría amasado si se hubiera enfrentado a un enemigo diferente!

La prótesis más sencilla para una mano es posiblemente el garfio, pero desde muy pronto se mejoraron y perfeccionaron. Ganchos dobles con un sistema de bisagra y un muelle pueden ser ligeros de peso, versátiles, baratos y fuertes. Aunque no se acerca a la mano humana ni en su estética ni en su funcionalidad, en comparación con ella puede tener más fuerza mecánica —abriendo cajas con rapidez—, mayor resistencia química —soportando ácidos, bases y solventes orgánicos sin problema— y más estabilidad térmica —volteando el chuletón en la barbacoa sin necesidad de usar ningún cubierto.

Aun así, las prótesis tienen que recorrer todavía un largo camino para ser un sustituto aceptable de la extremidad perdida. En los últimos años, no obstante, se han conseguido avances notables en temas importantes como:

- Número de ejes de rotación.
- Movimiento independiente de cada dedo de la mano.
- Ajustes personalizables.
- Pulgar ajustable que permita realizar maniobras de fuerza, precisión o sujeción.
- Motorización.

En los últimos años estamos asistiendo a nuevas evoluciones de las prótesis con unas prestaciones espectaculares y



*Mano biónica haciendo un movimiento en pinza (abrir la tapa de un yogur).
Bionic Reconstruction lab.*

esperanzadoras. Los desarrollos más asombrosos se dan en el campo de la integración de la prótesis con el organismo. Algunos brazos se pueden fijar permanentemente al cuerpo usando osteointegración, pero lo más llamativo es la interconexión entre el sistema nervioso y la prótesis, algo que se logra mediante el control cerebral de las manos mecanotónicas. De esta manera, los movimientos de la mano pueden ser guiados mediante la lectura de la actividad cerebral con un encefalógrafo o mediante un implante cerebral, información que es transmitida a un ordenador que, a su vez, mueve los motores de la mano y los dedos. Por primera vez en décadas una mujer ha conseguido controlar con su mente un brazo robótico y que le diera de beber.

Una nueva etapa se ha abierto en 2015 con un estudio publicado en *Lancet* donde se describe el sistema aplicado a tres hombres en Austria dirigido por el Dr. Oskar Aszmann. Los

tres tenían un grave daño en una parte clave de la interconexión nerviosa entre el sistema nervioso central y la extremidad, un conjunto de fibras nerviosas denominado el plexo braquial. La lesión se había producido en dos casos por accidentes de tráfico y en el otro por una caída durante una escalada, tenían 26, 32 y 33 años y habían pasado 10, 17 y 2 años tras la lesión. Debido a la lesión del plexo braquial, aunque el resto del sistema esté bien, se puede producir una reinervación del hombro pero el brazo y la mano están paralizados. Ello es debido a que los nervios son capaces de regenerar pero la distancia que tienen que atravesar es demasiado larga y el tiempo sin función de la mano hace que se produzca una atrofia muscular y un anquilosamiento de las articulaciones. En estos casos, por un lado no se logra hacer una reconstrucción quirúrgica de la zona dañada que permita una reinervación completa y, por otro, no se puede hacer un trasplante homólogo ya que tan solo les quedaban unas pocas fibras nerviosas que no son suficientes para mover la mano trasplantada. Sin embargo, esas pocas fibras sí son capaces de llevar instrucciones para mover una mano protésica.

El procedimiento realizado impresiona: a estas tres personas se les amputaron las manos paralizadas y las reemplazaron con unas prótesis biónicas siguiendo un complejo proceso:

- Lo primero es trasplantar músculos de la pierna a los brazos para amplificar la señal de las fibras nerviosas que permanecen activas. Los nervios supervivientes son redirigidos a los músculos existentes para amplificar y diferenciar las señales eléctricas del cerebro. Hacen falta al menos dos señales diferentes para hacer el movimiento básico de pinza. Al cabo de tres meses, cuando los nervios han crecido en los nuevos músculos, empieza el entrenamiento.

- La siguiente fase es activar los músculos usando la propia actividad eléctrica generada por el cerebro. La idea es empezar a contraer esos músculos de una forma casi intuitiva y luego ir consiguiendo cada vez un control más fino y eficaz.
- La tercera fase es aprender a controlar un brazo virtual; es decir, pasar de esos músculos del antebrazo primero a la pantalla de un ordenador y luego a un brazo robótico.
- La cuarta y última fase es amputar la mano inerte y sustituirla con la prótesis bajo el control del cerebro del propio usuario. La mano mecanotrónica se empieza a usar seis semanas después de la amputación.

El sistema funciona porque la prótesis es capaz de auto-propulsarse: las pocas fibras supervivientes no son capaces de

Movimiento coordinado entre mano natural y mano biónica (cortando rodajas de pepino). Bionic Reconstruction lab.



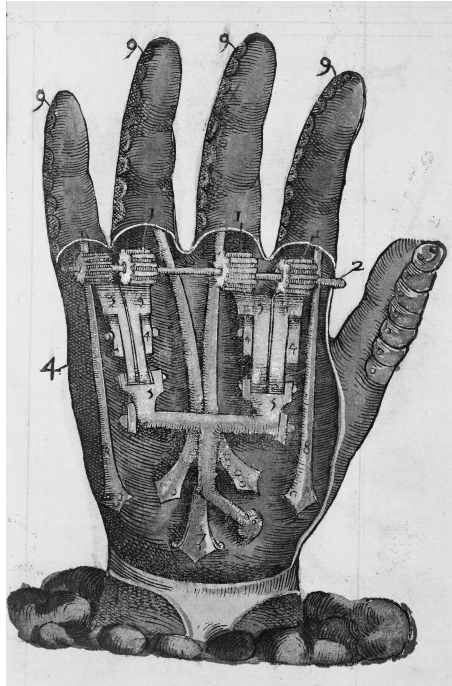
mover los numerosísimos músculos de la mano —los músculos de las manos tienen la densidad de nervios más alta del cuerpo y el juego entre tendones, músculos y ligamentos es tan sofisticado que incluso un pequeño fallo puede hacer que la mano no funcione adecuadamente— pero a la mano cibernética le basta con recibir una orden sencilla. Las baterías de las manos biónicas se recargan por la noche y el escaso grupo de fibras nerviosas ya no tiene la función de impulsar todos los movimientos musculares sino tan solo la de llevar las señales a la mano protética.

Desde fuera nos puede parecer tremendo: amputar tu propia mano y sustituirla por un cacharro imperfecto, pero es la diferencia entre tener un trozo de carne colgando o disponer de algo funcional que permita recuperar cierta capacidad de movimiento. Por otro lado, como todos sabemos, la evolución de los artilugios electrónicos es vertiginosa y este sistema permite ir sustituyendo la mano por *gadgets* cada vez más operativos, cada vez con más prestaciones.

¿En qué ha cambiado la vida de estos tres austriacos? Después de la implantación de la mano biónica, los tres eran capaces de coger una pelota, echar agua con una jarra, usar una llave, comer usando cuchillo y tenedor o desabrocharse los botones de la camisa. Para estimar la mejora se utilizó el test de valoración de la mano de Southampton, encontrando que pasaban de una nota media de 9 puntos sobre 100 a 65 sobre 100, siendo 100 el valor correspondiente a una mano normal.

La ventaja del sistema es que la mano artificial es controlada por los propios impulsos nerviosos. Sin embargo, en todos estos temas es necesario dejar pasar el tiempo para ver si los pacientes usan la prótesis mecanotrónica con asiduidad, para qué tareas y cuál es su comodidad. Con el tiempo, muchos usuarios van abandonando sus prótesis y las que están motorizadas son

*Mano artificial. Ambroise
Paré. Instrumenta
chirurgiae et icones
anatomicae (1564).
Wellcome Library.*



pesadas, necesitan recargas diarias, a menudo son ruidosas y las reparaciones son complejas y caras.

Quedan además muchos problemas por resolver y uno de ellos es el del tacto. La mano no es solo un órgano motor sino también un importante órgano sensorial, una de nuestras principales fuentes de datos sobre el ambiente cercano. Nuestro cerebro envía órdenes motoras a la mano pero también recibe información sensorial de ella. Se calcula que hay unas 70.000 fibras nerviosas que conectan el sistema nervioso central con la mano y solo un 10% son fibras motoras, la gran mayoría son fibras sensoriales que llevan hacia el encéfalo información muy diversa (calor, frío, presión, dolor...) y la densidad de sensores en la yema de los dedos, por ejemplo, es enorme.

Las manos mecatrónicas más avanzadas recogen información de la superficie y la transfieren de vuelta hacia el sistema nervioso central pero nuestros sistemas son aún demasiado pri-

mitivos y la información recogida es escasa y poco definida. Aun así, el tiempo corre en nuestro favor y cada año hay nuevos prototipos de prótesis con nuevas funciones y una operatividad más eficaz.

PARA LEER MÁS:

- Aszmann, O. C., Roche, A. D., Salminger, S., Paternostro-Sluga, T., Herceg, M., Sturma, A., Hofer, C., Farina, D. (2015). Bionic reconstruction to restore hand function after brachial plexus injury: a case series of three patients. *Lancet* 385: 2.183-2.189.
- Farina, D., Aszmann, O. C. (2014). Bionic Limbs: Clinical Reality and Academic Promises. *Sci Transl Med* 6: 257ps12.
- Hodson, H. (2015). Men have hands amputated and replaced with bionic ones. *New Scientist*. <http://www.newscientist.com/article/dn27024-men-have-hands-amputated-and-replaced-with-bionic-ones.html#.VPDwKJOG8wA>.